

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 29 282 A 1

⑯ Int. Cl. 7:

G 01 L 17/00

B 60 C 23/00

B 60 T 17/00

B 60 G 17/00

B 60 P 5/00

B 62 D 37/00

G 01 G 19/08

⑯ Aktenzeichen: 100 29 282.8

⑯ Anmeldetag: 14. 6. 2000

⑯ Offenlegungstag: 20. 12. 2001

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

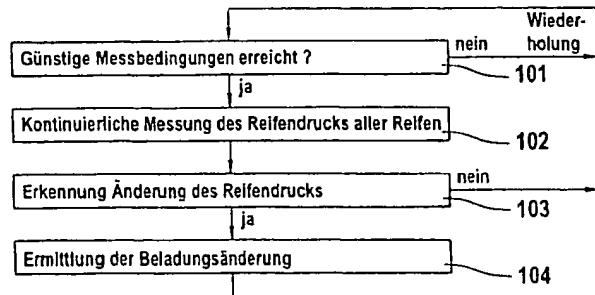
⑯ Erfinder:

Ries-Mueller, Klaus, 74906 Bad Rappenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustandes eines Fahrzeugs

⑯ Verfahren zur Ermittlung des Beladungszustandes eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei eine Messung des Reifendruckes in wenigstens einem Reifen des Fahrzeugs durchgeführt und der Beladungszustand unter Berücksichtigung des gemessenen Reifendruckes ermittelt wird.



DE 100 29 282 A 1

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustandes eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Systeme zur Überwachung des Reifendrucks bei Kraftfahrzeugen sind bekannt. Beispielsweise offenbart die DE 41 08 337 C1 eine Vorrichtung zur Überwachung des Druckes in Luftreifen. Diese Vorrichtung dient zur Überwachung des Drucks in Luftreifen auf Rädern an Fahrzeugen, die eine blockiergeschützte Bremsanlage haben, zu der ein Zahnkranz, der verdreht mit einem Montageflansch für das betreffende Rad verbunden ist sowie ein Drehimpulsgeber gehören, der nicht mitrotierend der Bewegungsbahn der Zähne benachbart an einem Teil der Radaufhängung für das betreffende Rad angebracht ist. Relativ zum Zahnkranz ortsfest angeordnet ist ein Druckgeber mit einem Stellglied vorgesehen, dessen axiale Lage vom Druck im Luftreifen abhängt und auf welchen der Drehimpulsgeber anspricht.

[0003] Die EP 0 333 708 B1 offenbart einen Reifendrucksensor für Kraftfahrzeuge mit einem am Umsang einer Radfelge zu befestigenden, von dem Luftdruck im Reifen zu betätigenden Druckschalter, der zur Überwachung des Reifendrucks eine Referenzdruckkammer aufweist, deren druckdicht geschlossenes Referenzvolumen mit einem Gas gefüllt ist und die zum Reifen hin durch eine elektrisch leitende Membran abgeschlossen ist, sowie einen Kontaktstift trägt, an dem sich bei ausreichendem Luftdruck im Reifen der mittlere Bereich der Membran zum Schließen eines Sensorstromkreises anlegt. Aus der DE 38 15 114 A1 ist eine Vorrichtung zur Übertragung und Auswertung von Meßsignalen für den Reifendruck von Kraftfahrzeugen bekannt. Eine derartige Vorrichtung umfaßt einen in der Felgenwand eines Rades angeordneten Drucksensor, der elektrisch mit einer an der Felge angeordneten Signalgeberspule verbunden ist sowie eine im Bereich der Achse ortsfest mit dem Kraftfahrzeug verbundene HF-Schwingkreis-Signalauswerte anordnung mit einer Signalaufnahmespule. Hierbei ist im Bereich der Signalgeberspule an der die Felge tragenden, mit dieser drehfest verbundenen Nabe eine erste Übertragerspule angeordnet, welche elektrisch mit einer zweiten Übertragerspule verbunden ist, wobei letztere als Ringspule ausgebildet ist, deren Spulenachse in der Nabennachse liegt, und wobei die Signalaufnahmespule der feststehenden HF-Schwingkreis-Signalauswerte anordnung im Magnetfeldbereich der zweiten Übertragerspule angeordnet ist.

[0004] Aus der DE 38 41 992 A1 ist schließlich ein Druckschalter zur Überwachung des Drucks im Reifen eines Kraftfahrzeuggrades bekannt. Bei einem derartigen Druckschalter zur Überwachung des Drucks im Reifen eines Kraftfahrzeuggrades ist in einer Referenzdruckkammer des Schalters zusätzlich zu zwei Kontakt elementen ein elektrischer Temperaturfühler zur Überwachung der Reifentemperatur angeordnet, wobei der Temperaturfühler ein temperaturempfindlicher elektrischer Halbleiter-Schalter sein kann.

[0005] Bei zahlreichen Fahrzeugfunktionen ist ferner Kenntnis bezüglich des Fahrzeugbeladungszustandes von Vorteil. Als Fahrzeugfunktionen seien in diesem Zusammenhang beispielsweise genannt die Höhenregelung eines Abblendlichtes (hier werden herkömmlicherweise an dem Stoßdämpfer vorgesehene Wegsensoren eingesetzt), die Auslegung (d. h. die Schaltpunkte) einer Getriebesteuerung (hier erfolgt herkömmlicherweise beispielsweise eine Anpassung per Adaption) sowie Bremseneingriffe, beispielsweise ABS-, Bremsassistent- oder ESP-Systeme.

[0006] Im Zusammenhang mit einer Getriebesteuerung bzw. Getriebeeingriffen sei auf folgendes hingewiesen: Bei Stufensautomaten bzw. -automatiken sind verschiedene

Schaltkennlinien abgelegt. In diesen ist wiedergegeben, bei welcher Drehzahl-Last-Kombination das Getriebe schaltet. Ziel eines Schaltprogramms ist es typischerweise, daß dem Fahrer immer genügend Leistungsreserve für einen Beschleunigungsvorgang zur Verfügung steht, wobei diese Maßgabe tendenziell zu einer höheren Motordrehzahl führt.

[0007] Andererseits steigt hierdurch der Kraftstoffverbrauch, woraus folgt, daß aus ökonomischen Gründen eher eine niedrige Motordrehzahl wünschenswert ist. Um bei diesen gegenläufigen Interessen einen besseren Kompromiß zu finden, kann der Fahrer beispielsweise per Schalter zwischen unterschiedlichen Schaltkennlinien hin und her schalten. Alternativ wird bei modernen Systemen aus der Fahrpedaländerung adaptiv der Fahrertyp (eher sportlich oder ökonomisch orientiert) ermittelt. Wenn nun die Beladung des Fahrzeugs bekannt ist, kann gewissermaßen automatisch bei hoher Beladung, beispielsweise Überschreiten eines voreinstellbaren Schwellwertes, von einer ersten auf eine zweite Schaltkennlinie des Schaltgetriebes geschaltet werden. Dies hat auch den Vorteil, daß das Fahrzeug für den Fahrer auch bei hoher Beladung das gleiche Beschleunigungsverhalten zeigt.

[0008] Auch Bremseneingriffe können in Abhängigkeit von einer Beladung des Fahrzeugs beeinflußt werden, so daß auch hier die Kenntnis des Fahrzeugbeladungszustandes von Vorteil ist. So kann es beispielsweise sinnvoll sein, bei hoher Beladung den Bremseneingriff durch einen höheren Bremsdruck am Rad zu verstärken, dies bei gleicher Bremspedalbetätigung des Fahrers. Dies bedeutet, daß bei hoher Beladung eine höhere Verstärkung des Fahrerbremswunsches im Vergleich zu der Bremsverstärkung bei einer niedrigen Beladung durchgeführt wird.

[0009] Entsprechend ist ein Fahrzeug mit hoher Beladung stärker ausbrechgefährdet. Es kann daher sinnvoll sein, bei hoher Beladung bereits früher einen stabilisierenden ESP-Eingriff (bzw. Bremseingriff) vorzunehmen, als dies bei normaler Beladung der Fall wäre.

[0010] Eine weitere Anwendung, bei der die Kenntnis des Fahrzeugbeladungszustandes von Vorteil ist, ist die Überschlagserkennung. Bei der Überschlagserkennung wird in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit, beispielsweise der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Kipp- bzw. Gierbewegung um die Fahrzeulgängsachse, ein Kippen bzw. Überschlagen des Fahrzeugs vorhergesagt, um rechtzeitig bestimmte Sicherheitssysteme, wie beispielsweise Airbags, zu aktivieren. Auch hier könnte die Kenntnis der Fahrzeugbeladung zu einer genaueren Vorhersage eines Fahrzeugkippens eingesetzt werden.

[0011] Schließlich sei auf den Einsatz aktiver Fahrwerke hingewiesen: Kommen derartige Fahrwerke zum Einsatz, kann mit einer Information bezüglich der Fahrzeugbeladung beispielsweise die Dämpfung der Stoßdämpfer beeinflußt werden. Auch eine Änderung der Fahrzeughöhe in Abhängigkeit von der Beladung ist denkbar.

[0012] Insbesondere in Zusammenhang mit maximal zulässigen Beladungen ist eine Erkennung des Fahrzeugbeladungszustandes auch unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten wünschenswert. Zur Erkennung eines Beladungszustandes eines Fahrzeugs ist herkömmlicherweise der Einsatz von Wiegeeinrichtungen erforderlich, was sich in der Praxis als sehr aufwendig erweist.

[0013] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines möglichst einfachen Verfahrens zur Ermittlung des Beladungszustandes eines Fahrzeugs.

[0014] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13.

[0015] Mittels des erfundungsgemäßen Verfahrens bzw.

der erfundungsgemäßen Vorrichtung ist nun eine Ermittlung des Beladungszustandes eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, in besonders einfacher und unaufwendiger Weise möglich. Es entsteht für den Fall, daß ein Reifendruckerkennungssystem vorgesehen ist, gemäß dem erfundungsgemäßen Verfahren kein zusätzlicher Hardwareaufwand zur Ermittlung des Beladungszustandes.

[0016] Auf der Grundlage geeigneter mathematischer Modelle ist eine einfache Ermittlung des Beladungszustandes auf der Grundlage eines gemessenen Reifendrucks durchführbar. In erster Näherung kann davon ausgegangen werden, daß eine Reifendruckänderung in etwa proportional zu einer Beladungsänderung ist. Bei typischerweise auftretenden Reifendrücken bzw. Beladungszuständen dürften etwa 500 kg zusätzlicher Beladung zu einer Druckerhöhung von 500 mbar pro Reifen führen. Besonders vorteilhaft einsetzbare mathematische Modelle werden weiter unten in der Figurenbeschreibung beispielhaft erläutert.

[0017] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfundungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0018] Zweckmäßigerweise erfolgt die Messung des Reifendrucks in allen Reifen des Fahrzeugs. Auf der Grundlage einer derartigen Messung sind in einfacher Weise besonders genaue McBergebnisse erzielbar.

[0019] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfundungsgemäßen Verfahrens wird die Messung kontinuierlich über einen vorbestimmten Zeitraum durchgeführt, wobei der Beladungszustand des Fahrzeugs unter Berücksichtigung einer zeitlichen Änderung des gemessenen Reifendrucks ermittelt wird. Durch geeignete Beurteilung der Änderungsgeschwindigkeit des Reifendrucks und der Änderungen bezogen auf die einzelnen Reifen (u. U. einschließlich des Reserverades) kann eine von einer Änderung des Beladungszustandes verursachte Reifendruckänderung von anderen Reifendruckeinflüssen, wie beispielsweise einem Aufpumpen der Reifen oder Temperaturänderungen, unterschieden werden. Es erweist sich in diesem Zusammenhang als vorteilhaft, die Messung nur dann durchzuführen, wenn die Möglichkeit einer Beladungsänderung gegeben ist. Die Messung kann beispielsweise gestartet werden, wenn eines der Türschlösser betätigt wird. Die Messung bzw. Auswertung des Reifendrucks für eine Beladungserkennung kann ferner beispielsweise dann gestoppt werden, wenn eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle überschritten wird. Mittels einer geeigneten Logik, welche weiter unten in der Figurenbeschreibung beispielhaft beschrieben wird, kann beurteilt werden, ob eine Reifendruckänderung aufgrund einer Beladung oder aufgrund anderer Einflüsse zustande gekommen ist, d. h. ob die Reifendruckänderung für die Beladung berücksichtigt werden muß. Ändert sich beispielsweise der Reifendruck nur eines Reifens, so wird dies für die Messung nicht berücksichtigt. Bei einer Beladungsänderung muß sich der Reifendruck zweckmäßigerweise je nach Fahrzeuggeometrie bei mehr als einem Reifen ändern.

[0020] Vorteilhafterweise werden zur Ermittlung einer absoluten Beladung des Fahrzeugs die Reifentemperatur und/oder der Umgebungsdruck und/oder die Umgebungstemperatur berücksichtigt. Umgebungsdruck oder Umgebungstemperatur beziehungsweise die Reifentemperatur sind beispielsweise aus an sich bekannten Signalen eines Motormanagementsystems ableitbar.

[0021] Es erweist sich als besonders vorteilhaft, auf der Grundlage des gemessenen Reifendrucks eine Überschlagsüberwachung des Fahrzeugs durchzuführen. Beispielsweise für eine Airbag-Auslösung (Crash-Erkennung) ist eine Überschlagserkennung des Fahrzeugs bedeutsam. Ein derartiger Überschlag kann in einfacher Weise auf der Grundlage

des Reifendrucks ermittelt werden, da es bei einem Überschlag zu einer plötzlichen Entlastung der Reifen und damit zu einer entsprechenden Druckverminderung kommt.

[0022] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfundungsgemäßen Verfahrens, für das gesondert um Schutz nachgesucht wird, wird eine vorbekannte oder berechenbare Masseänderung des Fahrzeugs festgestellt und im Rahmen der Ermittlung des Beladungszustandes ausgewertet. Mit dieser Maßnahme ist es beispielsweise bei Einsatz geeigneter Massesensoren möglich, aus einer Masseänderung auf die Gesamtfahrzeuggmasse bzw. den Beladungszustand eines Fahrzeugs zu schließen und/oder derartige Informationen mit größerer Genauigkeit zu erhalten. Diese Maßnahme ist insbesondere zusätzlich zur erfundungsgemäßen Berücksichtigung des Reifendrucks einsetzbar.

[0023] Zweckmäßigerweise wird eine Masseänderung durch Messung der Masse einer einem Fahrzeugtank zugeführten Kraftstoffmenge berechnet. Wird beispielsweise vor und nach einem Tankvorgang der Tankfüllstand bestimmt, kann aus diesen Informationen auf die zugeführte Kraftstoffmasse rückgeschlossen werden.

[0024] Es ist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfundungsgemäßen Verfahrens ebenfalls möglich, als Masseänderung die bekannte Masse eines Fahrzeugführers oder einer anderen Person zu verwenden.

[0025] Es ist besonders bevorzugt, daß die festgestellte Masseänderung zur Kalibrierung eines auf der Grundlage der gemessenen Reifendrücke ermittelten Beladungszustandes des Fahrzeugzustands verwendet wird. Es ist hierbei beispielsweise denkbar, geeignete Massesensoren des Fahrzeugs zu kalibrieren. Unterscheidet sich beispielsweise die Idealkennlinie bzw. theoretische Kennlinie eines derartigen Massesensors von seiner tatsächlichen Kennlinie, ist auf der Grundlage einer bekannten Masseänderung eine Kalibrierung des Massesensors in einfacher Weise möglich.

[0026] Zweckmäßigerweise ist es ebenfalls möglich, den Reifendruck eines Reserverades zur Kompensation von Umwelteinflüssen auf die Reifendrücke der im Einsatz befindlichen Reifen des Fahrzeugs einzusetzen. Hiermit können beispielsweise Temperaturinflüsse in einfacher Weise herausgerechnet werden.

[0027] Gemäß weiteren bevorzugten Ausführungsformen des erfundungsgemäßen Verfahrens wird ein ermittelter Beladungszustand für eine Leuchtweiterregelung und/oder eine Getriebesteuerung und/oder eine ABS-Regelung und/oder zur Unterstützung eines Bremsassistenten und/oder zur Unterstützung von ESP-Steuengeräten und/oder im Rahmen einer aktiven Fahrwerksbeeinflussung eingesetzt.

[0028] Zweckmäßigerweise werden ferner die Reifendruckänderungen der einzelnen Reifen in logische Beziehung zueinander gesetzt, und zwar derart, daß nur für eine Beladung relevante Reifendruckänderungen berücksichtigt werden.

[0029] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter erläutert. In dieser zeigt

[0030] Fig. 1 ein Flußdiagramm zur Darstellung einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfundungsgemäßen Verfahrens,

[0031] Fig. 2 ein Schaubild zur Erläuterung eines einfachen mathematischen Modells zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens,

[0032] Fig. 3 ein Schaubild zur Darstellung einer weiteren Ausgestaltung des erfundungsgemäßen Verfahrens,

[0033] Fig. 4 ein Schaubild insbesondere zur schematischen Darstellung der Komponenten einer bevorzugten Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung,

[0034] Fig. 5 ein weiteres Schaubild zur schematischen

Darstellung der Komponenten einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0035] Fig. 6 ein Flußdiagramm zur Darstellung einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0036] Fig. 7 Zeitdiagramme zur Darstellung der Masseänderung eines Kraftfahrzeuges bei einer Betankung,

[0037] Fig. 8 schematisch Kennlinien eines idealen und realen Sensors zur Massebestimmung eines Kraftfahrzeugs, und

[0038] Fig. 9 Diagramme zur Darstellung einer möglichen Unterscheidung eines Betankungsvorganges von anderen masseändernden Einflüssen.

[0039] Gemäß der beschriebenen bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zunächst in einem Schritt 101 festgestellt, ob günstige Meßbedingungen vorliegen. Als günstige Meßbedingung kann beispielsweise ein Zustand angesehen werden, in dem das Fahrzeug steht (Fahrzeuggeschwindigkeit = 0). Ferner kann beispielsweise nach einer Betätigung eines der Türschlösser davon ausgegangen werden, daß günstige Meßbedingungen vorliegen.

[0040] Bei Vorliegen günstiger Meßbedingungen wird beginnend mit einem Zeitpunkt  $t_1$  und endend mit einem Zeitpunkt  $t_2$  in einem Schritt 102 eine insbesondere kontinuierliche Messung des Reifendrucks  $rp_1, rp_2, rp_3, rp_4$  in den jeweiligen Reifen durchgeführt. Der jeweilige Reifendruck zu den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  wird gespeichert. Es wäre ebenfalls denkbar, die Reifendrücke nur zu den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  zu erfassen. Es ist hierbei ferner denkbar, den Reifendruck  $rp_5$  in einem Reserverad zu erfassen. Auf der Grundlage der Erfassung dieses Reifendruckes  $rp_5$  ist es möglich, Umwelteinflüsse, beispielsweise Temperatureinflüsse, zu eliminieren.

[0041] In einem Schritt 103 wird anschließend festgestellt, ob eine Änderung wenigstens eines Reifendrucks  $drp_1, drp_2, drp_3, drp_4$  zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  größer als ein vorgebarer Schwellwert ist. Die Reifendruckänderungen  $drp_1, drp_2, drp_3$  und  $drp_4$  (im folgenden als  $drp_i, i = 1-4$  bezeichnet) können hierbei insbesondere durch eine Differenzbildung der Form  $drp_i(t_2) = rp_i(t_2) - rp_i(t_1)$  bestimmt werden. Als Schwellwert ist beispielsweise ein absoluter Druckwert, oder auch eine Ableitung eines Druckwerts nach der Zeit verwendbar. Ferner kann eine beliebige Zusammenschau derartiger Werte als komplexer Gesamtschwellwert eingesetzt werden.

[0042] Auf der Grundlage der Änderungen des Reifendrucks ist schließlich in einem Schritt 104 der Beladungszustand bzw. eine Änderung des Beladungszustandes ermittelbar.

[0043] Die Schritte 101 bis 104 können in beliebigen Zeitabständen wiederholt werden. Es ist beispielsweise auch möglich, auch während der Fahrt (Fahrzeuggeschwindigkeit  $> 0$ ) in der beschriebenen Weise die Reifendrücke zu überwachen, um so beispielsweise auch einen Überschlag des Fahrzeuges erkennen zu können.

[0044] Die Messung des Reifendrucks ist insbesondere mit Systemen durchführbar, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind und in der Beschreibungseinleitung beschrieben wurden. Die erfindungsgemäße Ermittlung des Beladungszustandes bzw. der Beladungsänderung des Fahrzeugs ist mittels eines (nicht im einzelnen dargestellten) Controllers möglich, welcher beispielsweise in ein an sich bekanntes Motormanagementsystem integriert sein kann.

[0045] Anhand der Fig. 2 soll nun ein einfaches mathematisches Modell zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert werden. Man erkennt, daß Reifendruckänderungen  $drp_i(t_2)$  mit einer entsprechenden Beladungs-Reifendruckkennlinie verglichen werden (Schritt 201).

Hierbei beschreibt diese Kennlinie eine Beladungsänderung unter Normbedingungen, beispielsweise einem Luftdruck von 1013 mbar und einer Umgebungstemperatur und/oder einer Reifentemperatur von 20°C. Als Korrekturfaktoren

5 sind eine zweite Kennlinie, welche den Umgebungsdruck bzw. Luftdruck berücksichtigt, eine dritte Kennlinie, welche die tatsächliche Umgebungstemperatur berücksichtigt, und eine vierte Kennlinie, welche eine tatsächliche Reifentemperatur berücksichtigt, einsetzbar. In diesem Zusammenhang sind auch Druck- und/oder Temperaturmodelle verwendbar. Die genannten Kennlinien sind bei Schritten 202, 203, 204 angegeben. Diese Kennlinien werden mit der ersten Kennlinie 201 verknüpft (z. B. mittels Addiergliedern 205, 206, 207), wodurch sich eine Abschätzung bzw. Be- 10 rechnung einer Beladungsänderung unter realen Bedingungen ergibt. Das dargestellte Modell stellt ein einfaches mathematisches Modell zunächst für einen Fahrzeugreifen und somit die Beladung, die auf diesen Reifen wirkt, zur Verfügung. Die erwähnten Kennlinien können beispielsweise näherungsweise per Applikation im Fahrzeug ermittelt werden und dauerhaft in einem Datenspeicher abgelegt sein. Zur Ermittlung der gesamten Fahrzeugbeladung muß die Beladungsänderung der Einzelreifen miteinander in Beziehung gesetzt werden, insbesondere aufsummiert werden. Diese 15 Maßnahme ist in Fig. 3 veranschaulicht. Man erkennt, daß hier für jeden Reifen (einschließlich Reserverad) eine Beladungsänderung ermittelt wird. Hierbei wird mittels eines Logikbausteins 300 beurteilt, ob eine Reifendruckänderung aufgrund einer Beladung zustande gekommen ist, d. h. ob die Reifendruckänderung für die Beladung berücksichtigt werden muß. Ändert sich ausschließlich der Reifendruck eines Reifens, so wird dies nicht berücksichtigt. Man erkennt, daß die Werte  $drp_1$  bis  $drp_5$  Eingänge des Logikbausteins 300 darstellen, während modifizierte Werte mit  $d'rp_1$ – $d'rp_5$  20 die Ausgangssignale darstellen. Es ist denkbar, beispielsweise den Wert  $drp_5(t_2)$  des Reserverades nicht mittels des Logikbausteins 300 zu modifizieren, sondern im wesentlichen unverändert zu belassen. Diese Möglichkeit ist mittels gestrichelter Linien dargestellt. Auf der Grundlage dieser 25 30 Ausgangssignale wird in Schritten 301 eine Modellrechnung zur Berechnung jeweiliger Beladungsänderungen  $dB_1$  bis  $dB_5$  zugeführt. Man erkennt, daß die für das Reserverad ermittelte Beladungsänderung  $dB_5$  mittels entsprechender Subtrahierglieder 302 von den Beladungsänderungswerten 35  $dB_1$  bis  $dB_4$  abgezogen wird. Die so modifizierten Werte  $dB_1$  bis  $dB_4$  werden in einem Summierglied 303 zur Berechnung der Gesamtbeladungsänderung  $dE$  addiert. Die mittels der Einbeziehung des Wertes  $dB_5$  durchführbare Kompensation von Änderungen bei den Umgebungsbedingungen, beispielsweise Umgebungsdruck oder Temperatur, ist selbstverständlich optional.

[0046] In Fig. 4, oben, sind schematisch vereinfacht wesentliche Komponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Bezüglich eines hier mit 400 bezeichneten Rades bzw. Reifens wird ein Reifendruck-Meßsignal erfaßt und einer Aufbereitungsstufe, beispielsweise einem Tiefpassfilter 401, zugeführt. Über einen Schalter 402 ist einstellbar, ob die Meßwerterfassung aktiv ist oder nicht. Das aufbereitete Meßsignal bezüglich des Zeitpunkts  $t_1$  wird in einem ersten Speicher 403, und das aufbereitete Meßsignal bezüglich des Zeitpunkts  $t_2$  in einem zweiten Speicher 404 gespeichert. Das Differenzsignal  $drp_i(t_2) = rp_i(t_2) - rp_i(t_1)$  wird mittels eines Subtrahiergliedes 404 ermittelt. Als Zeitpunkt  $t_1$  ist beispielsweise, wie bereits erwähnt, eine Betätigung des Türschlosses vorteilhaft definierbar. Als Zeitpunkt  $t_2$  wird beispielsweise der Zeitpunkt definiert, an dem die Fahrzeuggeschwindigkeit einen bestimmten Schwellwert übersteigt. In Fig. 4, Mitte, ist zur Veranschaulichung der

Anstieg eines Reifendrucks zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  dargestellt. Man erkennt ferner, daß ab dem Zeitpunkt  $t_2$  der Wert  $drp(t_2)$  zur Verfügung steht. Das Meßwertefassungsintervall, welches mittels des Schalters 402 wie erwähnt definierbar ist, ist in Fig. 4, unten, veranschaulicht. Hier erkennt man, daß ein entsprechendes Steuersignal des Schalters 402 zwischen einem Niedrig- und einem Hochpegel hin- und herschaltbar ist. Zur Veranschaulichung sind hier ferner die unter Bezugnahme auf Fig. 1 erläuterten Verfahrensschritte entsprechend ihrem zeitlichen Auftreten eingezeichnet.

[0047] In Fig. 5 ist schematisch dargestellt, wie die Meßsignale verschiedener Räder 400, von denen der Einfachheit halber nur zwei dargestellt sind, zur Ermittlung des Beladungszustands des Fahrzeugs verwendet werden. Man erkennt, daß die aufbereiteten Meßsignale, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer geeigneten Ablaufsteuerungseinheit 406, der bereits unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschriebenen Logikeinheit 300 zugeführt werden. Wie bereits unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben, erfolgt anschließend in Schritten 301 und 303 eine Berechnung des Beladungszustandes. In Fig. 5 ist ferner schematisch ein Sensor zur Aufnahme von Reifendruck-Meßsignalen mit 450 bezeichnet.

[0048] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfundungsgemäßen Verfahrens wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 6 bis 9 erläutert. Gemäß dieser Ausführungsform des Verfahrens wird zur Kalibrierung des Verfahrens zur Bestimmung des Beladungszustandes die Masse des bei einem Betankungsvorgang dem Fahrzeug zugeführten Kraftstoffs ermittelt. Hierzu wird zunächst in einem Schritt 601 festgestellt, ob ein Betankungsvorgang vorliegt, beispielsweise bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 0 und einer Betätigung des Tankdeckelschalters. Liegt kein Betankungsvorgang vor, wird das Verfahren abgebrochen und zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt. Wird hingegen ein Betankungsvorgang festgestellt, wird in einem Schritt 602 die Fahrzeuggmasse  $m_1$  zu Beginn des Betankungsvorgangs und der Tankfüllstand  $tf_1$  zu diesem Zeitpunkt  $t_1$  bestimmt. In einem anschließenden Schritt 603 wird das Ende des Tankvorgangs erkannt, beispielsweise durch Feststellung, daß der Füllstand sich nichtverändert und/oder der Tankdeckel geschlossen wird. In einem anschließenden Schritt 604 erfolgt eine Bestimmung der Fahrzeuggmasse  $m_2$  und des Tankfüllstandes  $tf_2$  zu diesem zweiten Zeitpunkt  $t_2$ . In einem anschließenden Schritt 605 erfolgt eine Ermittlung der Änderung der Fahrzeuggmasse ( $dm = m_2 - m_1$ ) und der Änderung des Tankfüllstandes ( $dtf = tf_2 - tf_1$ ). Zur Ermittlung der Änderung der Fahrzeuggmasse  $dm$  wird zweckmäßigerverweise ein Massensor oder ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung der Fahrzeuggmasse verwendet. Andererseits ist nun aus der Änderung des Tankfüllstandes die genaue Masse des zugeführten Kraftstoffs  $dm_{tf}$  ermittelbar. Mittels dieser genau berechenbaren bzw. bekannten Masse  $dm_{tf}$  ist mittels des Massensors ermittelte Fahrzeuggmasse  $dm$  korrigierbar (siehe Schritt 606).

[0049] In Fig. 7 sind Schaubilder zur Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Masseänderung bzw. der Tankfüllstandänderung gegen die Zeit dargestellt (Kennlinien 700 bzw. 701).

[0050] Das beschriebene Verfahren sei anhand eines Zahlenbeispiels weiter erläutert: Es sei davon ausgegangen, daß sich die Fahrzeuggmasse von  $t_1$  bis  $t_2$  z. B. tatsächlich von 1000 auf 1050 kg erhöht. Hierbei steigt der Tankfüllstand von 10 auf 60 Liter an, ein Liter Kraftstoff habe hierbei der Einfachheit halber die Masse von 1 kg. Es sei ferner von einem Massensor ausgegangen, der bei einer Masseänderung von 100 kg idealerweise eine Änderung seines Span-

nungsausgangs von 1 Volt anzeigt. (Anstelle eines Spannungswertes kann selbstverständlich auch eine andere physikalische Größe Verwendung finden, es ist lediglich notwendig, daß ein zur Fahrzeuggmasse proportionales Signal

5 ausgegeben wird.) Eine entsprechende Masse-Spannungs-Kennlinie ist in Fig. 8 mit 800 bezeichnet. Es sei ferner davon ausgegangen, daß der Massensor eine reale Kennlinie aufweist, wie sie bei 801 angegeben ist, d. h. daß der Massensor tatsächlich nur eine Spannungsänderung von 0,8 V 10 bei einer Masseänderung von 100 kg anzeigt. Dies würde dann als 80 kg interpretiert werden, da von der Kennlinie des idealen Sensors ausgegangen wird. Ist nun jedoch bekannt, daß durch Betankung die Masse des Fahrzeugs um 50 kg ansteigt, so liefert der reale Sensor anstelle einer 15 Spannungsänderung von 0,5 V nur eine Spannungsänderung von 0,4 V. Aufgrund der jedoch bekannten tatsächlichen Masseänderung kann nun eine Anpassung der realen Sensorkennlinie 801 erfolgen, d. h. anstelle einer Kennliniencharakteristik von 1 V pro 100 kg wird nun mit 0,8 V pro 20 100 kg gerechnet.

[0051] Geht man ferner davon aus, daß der reale Sensor vor seiner Kalibrierung einer tatsächlichen Fahrzeuggmasse von 1000 kg ein Ausgangssignal von 8 V zuordnet, entspricht dies über die Umrechnung mittels obiger Sensor-

25 kennlinie 800 einer Fahrzeuggmasse von nur 800 kg. Es ergibt sich also ein Fehler von 200 kg. Im Rahmen der Kalibrierung ist auch dieser Fehler korrigierbar, d. h. bei geeigneten Sensoren ist der Beladungszustand des Fahrzeugs lediglich unter Einsatz eines entsprechend ausgebildeten Massensors möglich. Auf eine zusätzliche bzw. ergänzende Bestimmung des Beladungszustandes mittels einer Reifendruckmessung kann hierbei verzichtet werden, wobei es sich als vorteilhaft erweist, beide Verfahren miteinander zu kombinieren.

30 [0052] Durch die zusätzliche Auswertung des Gradienten der Fahrzeuggmasseänderung und der Tankfüllstandsänderung (siehe Fig. 7) kann der Betankungszustand erkannt und von anderen Störeinflüssen (z. B. Fahrer steigt in Fahrzeug ein) unterschieden werden. Mögliche Realisierungen zur

35 Unterscheidung des Betankungsvorgangs von anderen Einflüssen werden nun unter Bezugnahme auf Fig. 9 erläutert: In Fig. 9 erkennt man die bereits in Fig. 7 dargestellten Kennlinien, welche hier mit 900 bzw. 901 bezeichnet sind. Bezuglich der Kennlinie 900 ist es möglich, in Kenntnis der

40 Füllstandsänderung ein Toleranzband für eine mögliche Massenänderung pro Zeit vorzugeben. Dieses Toleranzband ist mittels einer oberen Grenze 900a und einer unteren Grenze 900b veranschaulicht. Wird dieses Band verlassen, wird die Massenbestimmung abgebrochen. Ein Beispiel

45 hierfür ist mittels der Linie 900c verdeutlicht, welche sich ergibt, wenn beispielsweise ein Fahrer zusteigt. Es ist ferner denkbar, das beschriebene Verfahren bzw. die beschriebene Kalibrierung bei mehreren Betankungsvorgängen zu wiederholen. Das Ergebnis wird dann erst für eine Korrektur der

50 Massenbestimmung verwendet, wenn bei mehreren Betankungen eine reproduzierbare Sensorkennlinie feststellbar ist.

[0053] Zur genaueren Bestimmung der betankten Kraftstoffmasse kann zusätzlich noch eine näherungsweise Temperaturkorrektur, beispielsweise unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur, erfolgen.

[0054] Als Alternative zu der dargestellten Berechnung der Fahrzeuggmasseänderung bei einer Betankung ist es insbesondere bei Vorliegen eines Fahreridentifikationssystems, 60 mit dessen Hilfe der Fahrer eindeutig erkannt wird, beispielsweise mittels einer Smartcard, auch möglich, über das bekannte bzw. gespeicherte Körpergewicht des Fahrers oder einer anderen bekannten Person eine Kalibrierung in der

oben beschriebenen Weise durchzuführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung des Beladungszustandes eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Messung des Reifendruckes (rp1, rp2, rp3, rp4, rp5) in wenigstens einem Reifen des Fahrzeugs durchgeführt und der Beladungszustand unter Berücksichtigung des gemessenen Reifendruckes ermittelt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung in sämtlichen Reifen des Fahrzeugs durchgeführt wird. 10
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung kontinuierlich über einen vorbestimmten Zeitraum durchgeführt wird, und der Beladungszustand unter Berücksichtigung einer zeitlichen Änderung des gemessenen Reifendruckes (drp1, drp2, drp3, drp4) ermittelt wird. 15
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung einer absoluten Beladung des Fahrzeugs die Reifentemperatur und/oder der Umgebungsdruck und/oder die Umgebungstemperatur berücksichtigt werden. 20
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Grundlage des gemessenen Reifendrucks eine Überschlagsüberwachung des Fahrzeugs durchgeführt wird. 25
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 30 oder dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine bekannte bzw. berechenbare Masseänderung des Fahrzeugs festgestellt und im Rahmen der Ermittlung des Beladungszustandes ausgewertet wird. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Masseänderung durch Berechnung der Masse einer einem Fahrzeugtank zugeführten Kraftstoffmenge berechnet wird. 40
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Masseänderung die bekannte Masse eines Fahrzeugführers verwendet wird. 45
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Masseänderung zur Kalibrierung eines auf der Grundlage der gemessenen Reifendrücke ermittelten Beladungszustandes des Fahrzeugs verwendet wird. 50
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Reifendruck eines Reserverades zur Kompensation von Umwelteinflüssen auf die Reifendrücke der im Einsatz befindlichen Reifen eingesetzt wird. 55
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein ermittelter Beladungszustand für eine Leuchtweitenregelung und/oder eine Getriebesteuerung und/oder eine ABS-Regelung und/oder zur Unterstützung eines Bremsassistenten und/oder zur Unterstützung von ESP-Steuengeräten und/oder im Rahmen einer aktiven Fahrwerksbeeinflussung eingesetzt wird. 60
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reifendruckänderungen der einzelnen Reifen in logische Beziehung zueinander gesetzt werden derart, daß nur für eine Beladung relevante Reifendruckänderungen berücksichtigt werden. 65
13. Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustands eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs.

gekennzeichnet durch Mittel (450, 401) zur Messung des Reifendruckes in wenigstens einem Reifen des Fahrzeugs und Mittel (300, 301, 302; 403, 404, 405) zur Ermittlung des Beladungszustandes unter Berücksichtigung des gemessenen Reifendruckes.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 13, gekennzeichnet durch Mittel zur Feststellung einer bekannten oder berechenbaren Masseänderung des Kraftfahrzeugs und Mittel zur Ermittlung des Beladungszustandes unter Berücksichtigung der bekannten oder berechneten Masseänderung.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch Mittel zur Messung der Masse einer dem Fahrzeugtank zugeführten Kraftstoffmenge.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch Mittel zur Feststellung, daß ein Fahrzeugführer, dessen Masse bzw. Gewicht den Mittel zur Feststellung der Masseänderung bekannt ist, dem Fahrzeug zugestiegen ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

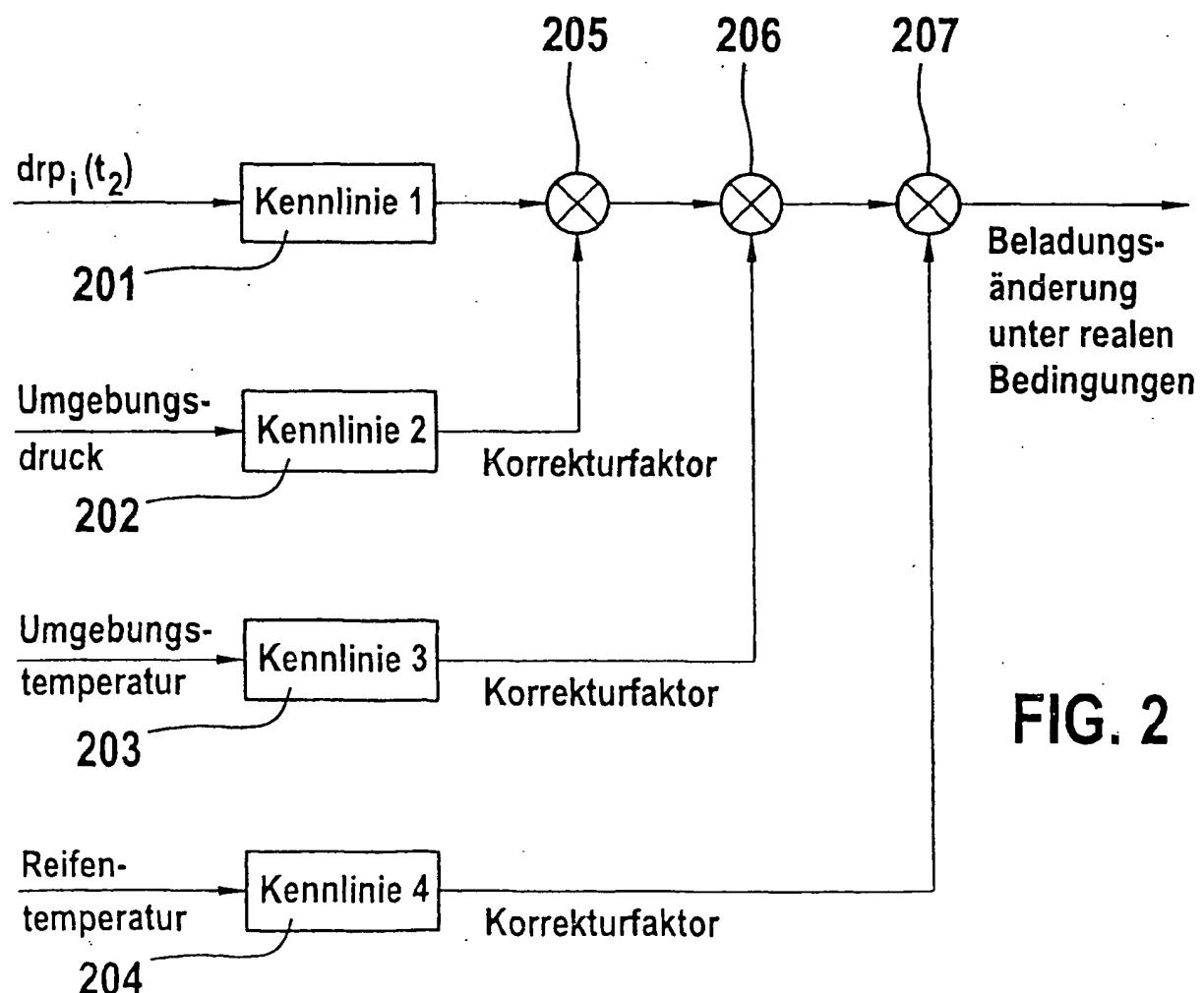
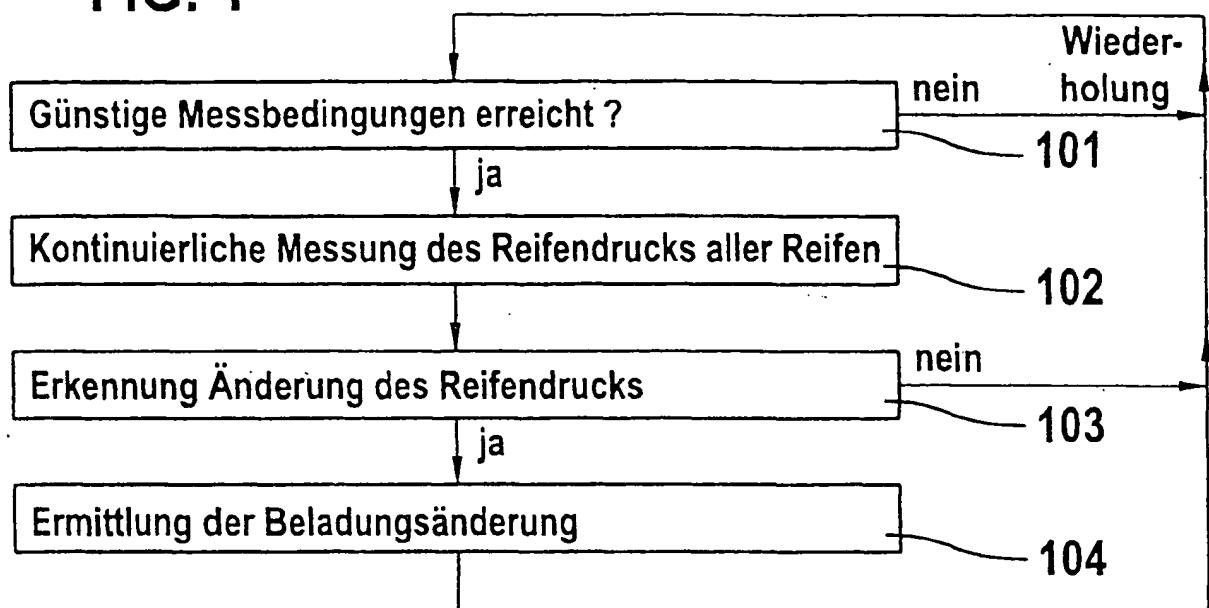


FIG. 2

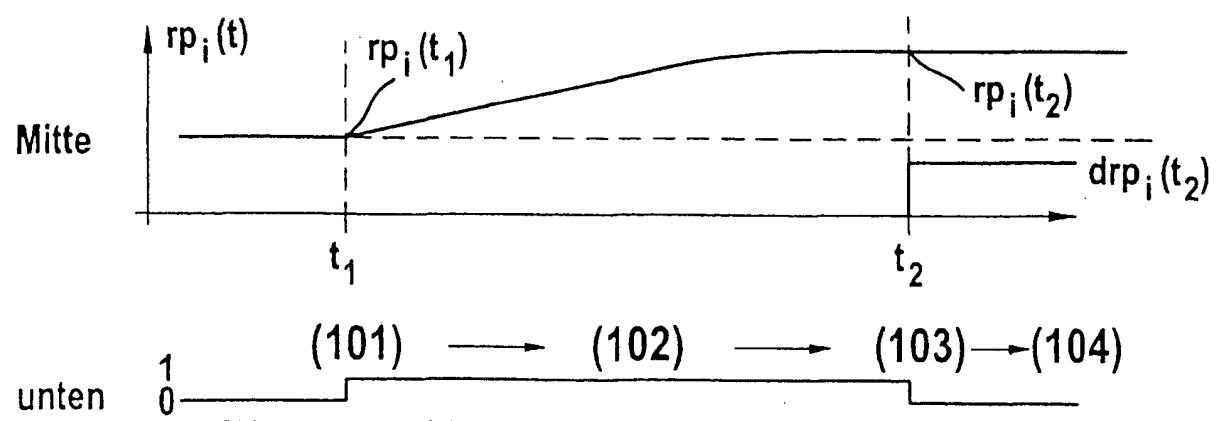
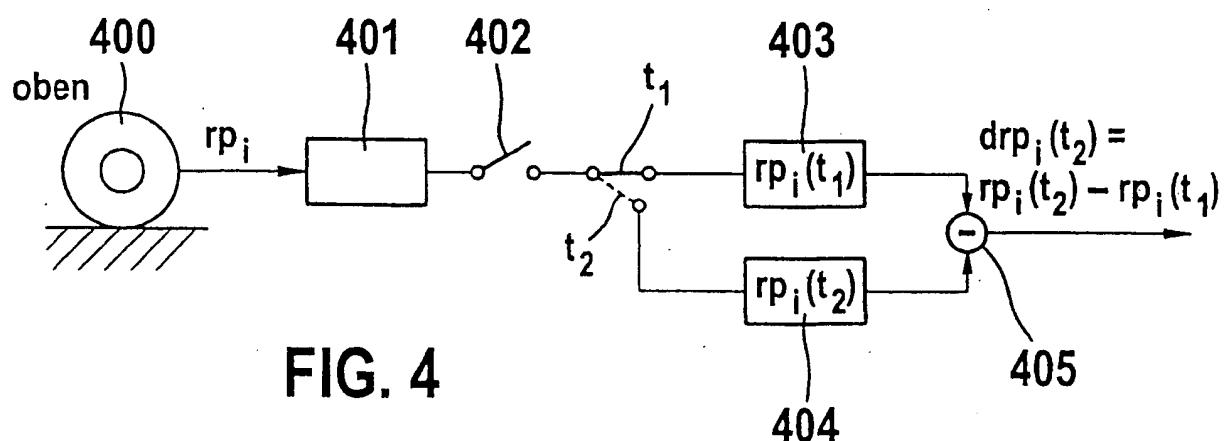
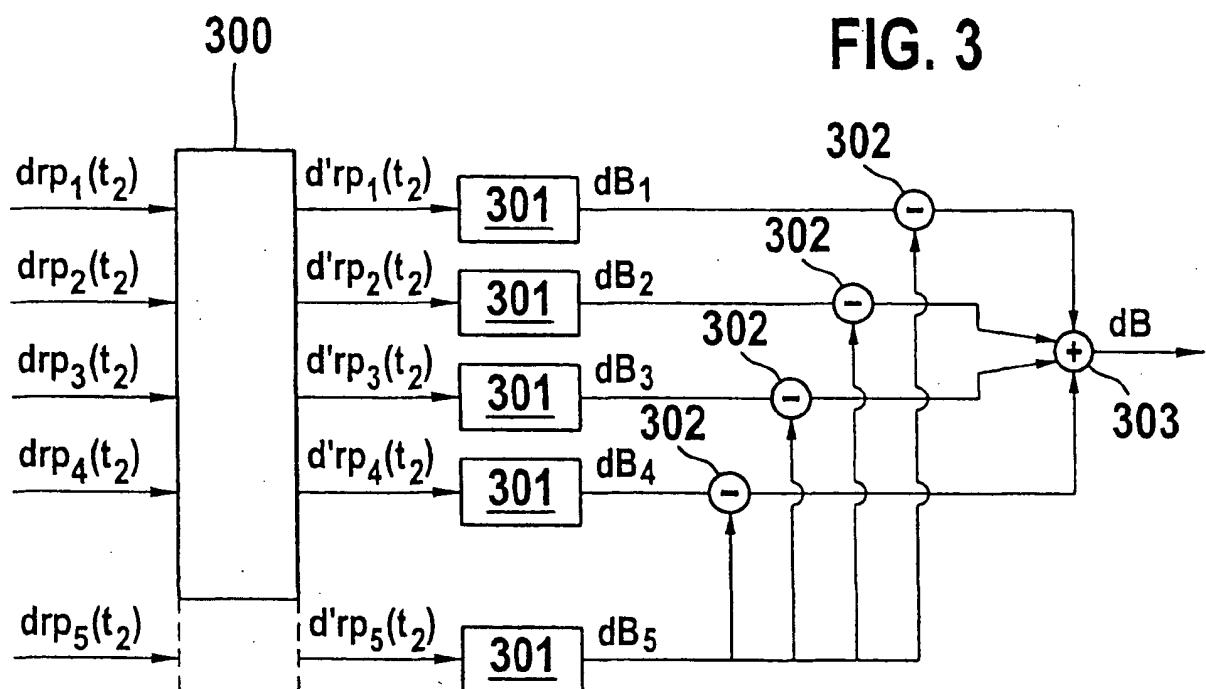


FIG. 5

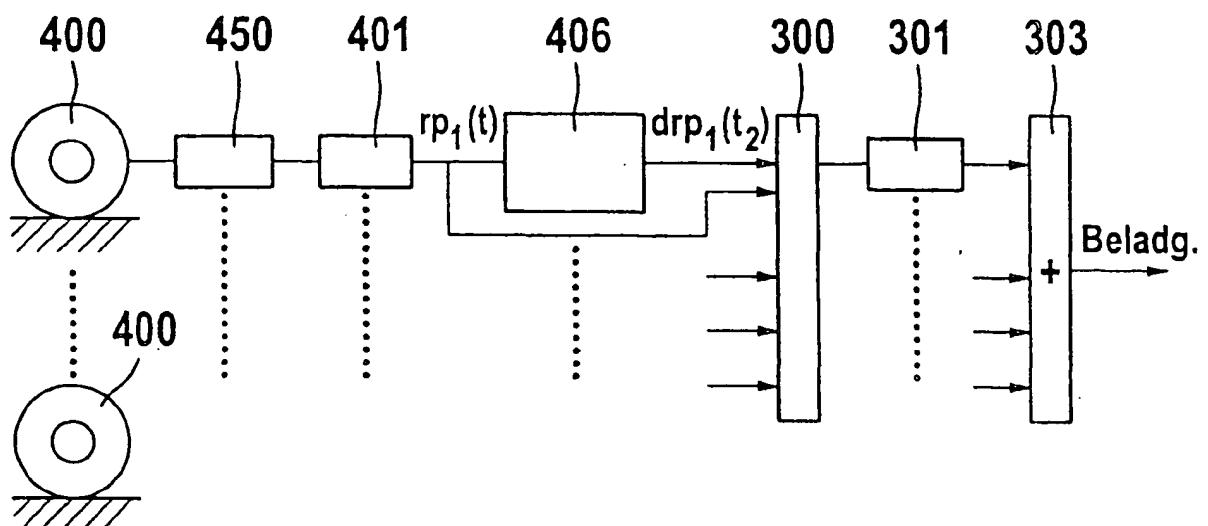
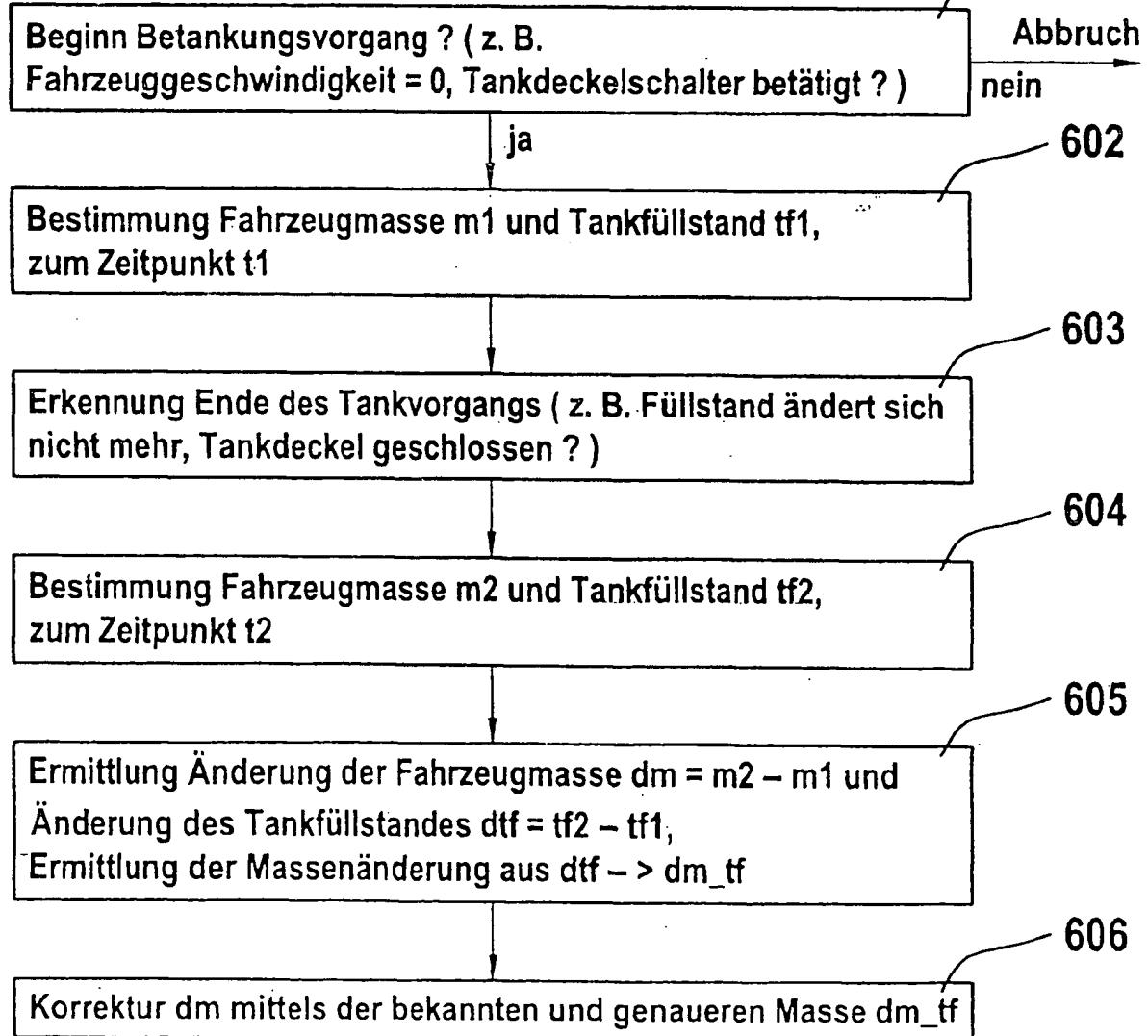


FIG. 6



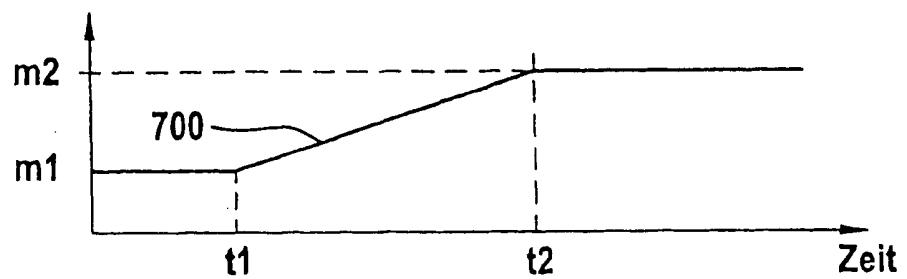


FIG. 7

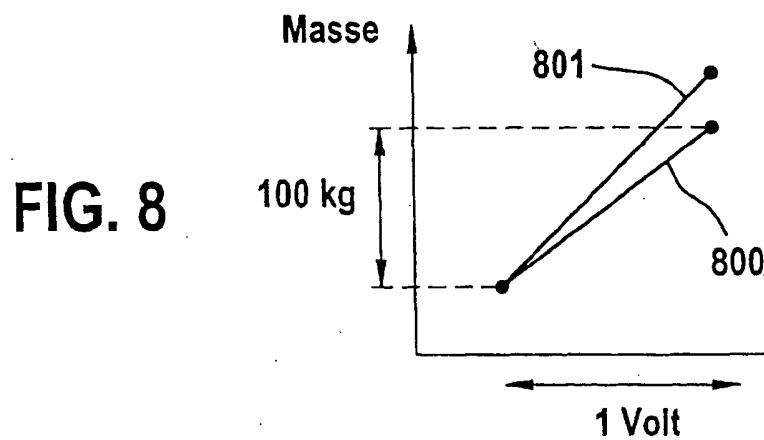
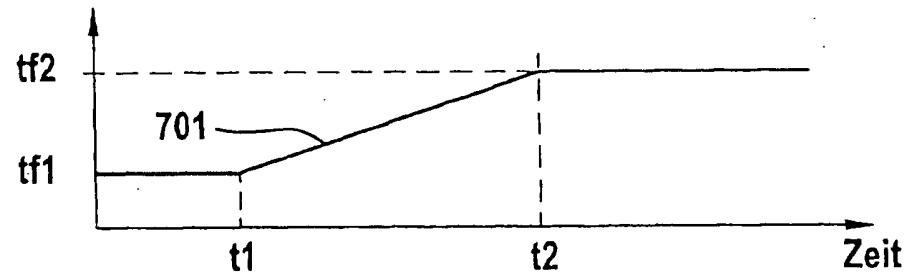


FIG. 8

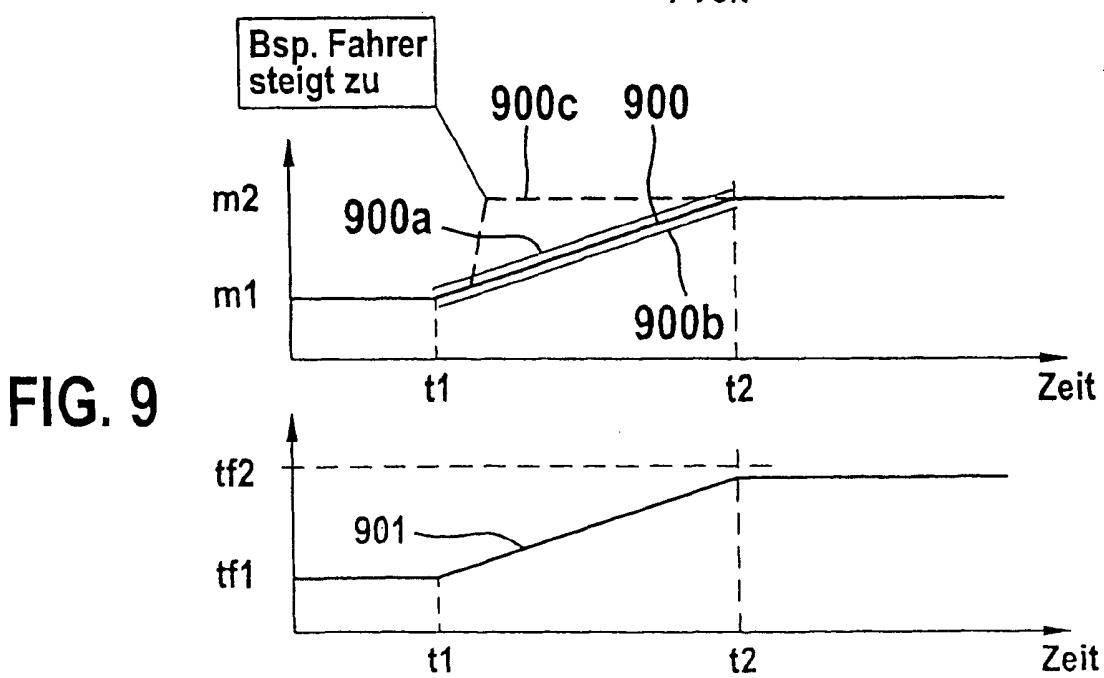


FIG. 9